

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

03.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

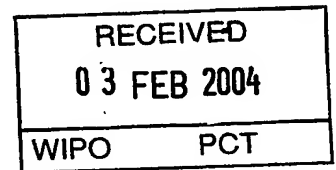
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 4月18日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-114445

[ST. 10/C]: [JP2003-114445]

出 願 人  
Applicant(s): シチズン時計株式会社

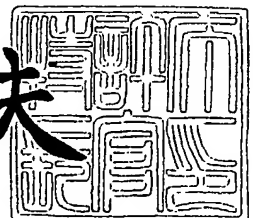


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1025211

【提出日】 平成15年 4月18日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G11B 7/135

【発明の名称】 液晶光学素子及び光学装置

【請求項の数】 35

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

【氏名】 橋本 信幸

【特許出願人】

【識別番号】 000001960

【氏名又は名称】 シチズン時計株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100114018

【弁理士】

【氏名又は名称】 南山 知広

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0214955

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶光学素子及び光学装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の基板厚を有する第 1 光ディスク及び前記第 1 の基板厚とは異なる第 2 の基板厚を有する第 2 光ディスクの読取り又は書込みを行うために、光ビームの収差を補正する液晶光学素子であって、

第 1 の透明基板と、

第 2 の透明基板と、

前記第 1 及び第 2 の透明基板の間に封入された液晶と、

前記第 1 又は第 2 の透明基板の少なくとも一方の表面に形成され、前記第 1 光ディスクの読取り又は書込み時に動作するコマ収差補正用の電極パターンと、

前記第 1 又は第 2 の透明基板の他方の表面に形成され、前記第 2 光ディスクの読取り又は書込み時に動作する球面収差補正用の電極パターンとを有することを特徴とする液晶光学素子。

【請求項 2】 前記コマ収差補正用の電極パターンは、前記光ビームの位相を進ませるための第 1 の領域及び前記光ビームの位相を遅らせるための第 2 の領域を有する請求項 1 に記載の液晶光学素子。

【請求項 3】 前記第 1 の領域及び第 2 の領域が、前記第 1 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの有効径の第 1 内側領域にのみ配置されている請求項 2 に記載の液晶光学素子。

【請求項 4】 前記第 1 内側領域は、前記第 1 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの有効径から  $80\ \mu\text{m}$ ～ $500\ \mu\text{m}$  内側に設定されている請求項 3 に記載の液晶光学素子。

【請求項 5】 前記第 1 内側領域は、前記第 1 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの収差補正後の残存コマ収差が  $\lambda/4$  以下になるように設定されている請求項 3 に記載の液晶光学素子。

【請求項 6】 前記第 1 内側領域は、前記第 1 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの収差補正後の残存コマ収差が  $\lambda/14$  以下になるように設定されている請求項 3 に記載の液晶光学素子。

【請求項 7】 前記第 1 内側領域は、前記第 1 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの収差補正後の残存コマ収差が  $3.3 \lambda$  m 以下になるように設定されている請求項 3 に記載の液晶光学素子。

【請求項 8】 前記球面収差補正用の電極パターンは、前記光ビームの位相を進ませるための又は位相を遅らせるための複数の領域を有する請求項 1 に記載の液晶光学素子。

【請求項 9】 前記球面収差補正用の電極パターンにおける前記複数の領域が、前記第 2 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの有効径の第 2 内側領域にのみ配置されている請求項 8 に記載の液晶光学素子。

【請求項 10】 前記第 2 内側領域は、前記第 2 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの有効径から  $70 \mu\text{m} \sim 400 \mu\text{m}$  内側に設定されている請求項 6 に記載の液晶光学素子。

【請求項 11】 前記第 2 内側領域は、前記第 2 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの収差補正後の残存球面収差が  $\lambda/4$  以下になるように設定されている請求項 9 に記載の液晶光学素子。

【請求項 12】 前記第 2 内側領域は、前記第 2 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの収差補正後の残存球面収差が  $\lambda/14$  以下になるように設定されている請求項 9 に記載の液晶光学素子。

【請求項 13】 前記波面収差補正用の電極パターンは、前記光ビームの位相を進ませるための第 1 の領域及び前記光ビームの位相を遅らせるための第 2 の領域を有し、

前記球面収差補正用の電極パターンは、前記光ビームの位相を進ませるための複数の領域を有する請求項 1 に記載の液晶光学素子。

【請求項 14】 前記第 1 の領域及び第 2 の領域が、前記第 1 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの有効径の第 1 内側領域にのみ配置されており、

前記複数の領域が、前記第 2 光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の前記光ビームの有効径の第 2 内側領域にのみ配置されている請求項 13 に記載の液晶光学素子。

【請求項 15】 前記第 1 光ディスクは、DVD である請求項 1～14 の何れか一項に記載の液晶光学素子。

【請求項 16】 前記第 2 光ディスクは、CD である請求項 1～14 の何れか一項に記載の液晶光学素子。

【請求項 17】 光学装置であって、

第 1 の基板厚を有する第 1 光ディスクの読取り又は書込みを行う第 1 光ビームを出力する第 1 光源と、

前記第 1 の基板厚とは異なる第 2 の基板厚を有する第 2 光ディスクの読取り又は書込みを行う第 2 光ビームを出力する第 2 光源と、

前記第 1 及び第 2 光ビームを前記第 1 及び第 2 光ディスクに集光させるための対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 光ビームの収差を補正するための液晶光学素子とを有し、

前記液晶光学素子は、

第 1 の透明基板と、

第 2 の透明基板と、

前記第 1 及び第 2 の透明基板の間に封入された液晶と、

前記第 1 又は第 2 の透明基板の少なくとも一方の表面に形成され、前記第 1 光ディスクの読取り又は書込み時に動作するコマ収差補正用の電極パターンと、

前記第 1 又は第 2 の透明基板の他方の表面に形成され、前記第 2 光ディスクの読取り又は書込み時に動作する球面収差補正用の電極パターンとを有することを特徴とする液晶光学素子。

【請求項 18】 前記コマ収差補正用の電極パターンは、前記第 1 光ビームの位相を進ませるための第 1 の領域及び前記第 1 光ビームの位相を遅らせるための第 2 の領域を有する請求項 17 に記載の光学装置。

【請求項 19】 前記第 1 の領域及び第 2 の領域が、前記第 1 光ビームの有効径の第 1 内側領域にのみ配置されている請求項 18 に記載の光学装置。

【請求項 20】 前記第 1 内側領域は、前記第 1 光ビームの有効径から  $80\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$  内側の領域に設定されている請求項 19 に記載の光学装置。

【請求項 21】 前記第 1 内側領域は、前記第 1 光ビームの収差補正後の残

存コマ収差が $\lambda/4$ 以下になるように設定されている請求項 19 に記載の液晶光学素子。

【請求項 22】 前記第 1 内側領域は、前記第 1 光ビームの収差補正後の残存コマ収差が $\lambda/14$ 以下になるように設定されている請求項 19 に記載の液晶光学素子。

【請求項 23】 前記第 1 内側領域は、前記第 1 光ビームの収差補正後の残存コマ収差が $33\lambda\text{m}$ 以下になるように設定されている請求項 19 に記載の液晶光学素子。

【請求項 24】 前記球面収差補正用の電極パターンは、前記第 2 光ビームの位相を進ませるための又は位相を遅らせるための複数の領域を有する請求項 17 に記載の光学装置。

【請求項 25】 前記複数の領域が、前記第 2 光ビームの有効径の第 2 内側領域にのみ配置されている請求項 24 に記載の光学装置。

【請求項 26】 前記第 2 内側領域は、前記第 2 光ビームの有効径から $70\mu\text{m}\sim 400\mu\text{m}$ 内側の領域に設定されている請求項 25 に記載の光学装置。

【請求項 27】 前記第 2 内側領域は、前記第 2 光ビームの収差補正後の残存球面収差が $\lambda/4$ 以下になるように設定されている請求項 25 に記載の液晶光学素子。

【請求項 28】 前記第 2 内側領域は、前記第 2 光ビームの収差補正後の残存球面収差が $\lambda/14$ 以下になるように設定されている請求項 25 に記載の液晶光学素子。

【請求項 29】 前記コマ収差補正用の電極パターンは、前記第 1 光ビームの位相を進ませるための第 1 の領域及び前記光ビームの位相を遅らせるための第 2 の領域を有し、

前記球面収差補正用の電極パターンは、前記第 2 光ビームの位相を進ませるための複数の領域を有する請求項 17 に記載の光学装置。

【請求項 30】 前記第 1 の領域及び第 2 の領域が、前記第 1 光ビームの有効径の第 1 内側領域にのみ配置されており、

前記複数の領域が、前記第 2 光ビームの有効径の第 2 内側領域にのみ配置され

ている請求項 29 に記載の光学装置。

【請求項 31】 前記第 1 光ディスクは、DVD である請求項 17～30 の何れか一項に記載の光学装置。

【請求項 32】 前記第 2 光ディスクは、CD である請求項 17～30 の何れか一項に記載の光学装置。

【請求項 33】 さらに、前記対物レンズの軸ずれを補正するために、前記対物レンズを移動させるトラッキング手段を有する請求項 17 に記載の光学装置。

【請求項 34】 さらに、前記第 1 及び第 2 光ディスクに応じて、前記コマ収差補正用の電極パターン又前記球面収差補正用の電極パターンの動作を切替えるための切替え手段を有する請求項 17～34 の何れか一項に記載の光学装置。

【請求項 35】 前記対物レンズは、前記第 1 光ディスク用の対物レンズである請求項 17～34 の何れか一項に記載の光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、位相変調用の液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置に関するものであり、特に DVD 等の高密度光ディスクと CD を 1 つの対物レンズによって読取り又は書込みを行うための液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図 13 に示すような、DVD 等の厚さ 0.6 mm の透明性基板を有する高密度光ディスク 13 と、コンパクトディスク (CD) 等の厚さ 1.2 mm の透明性基板を有する光ディスク 14 を、1 個の対物レンズ 4 を有する光ディスク装置によって再生する光学装置が知られている (例えば、特許文献 1 参照)。

【0003】

図 13 において、光源 1 は、高密度光ディスク用の光源であって、650 nm の波長の光ビームを射出する。光源 1 から射出された光ビームはコリメータレン



ズ 2 によってほぼ平行光に変換され、アパーチャ 3 によって約直径 5 mm の有効径 1 1 を有する光束に規制され、ハーフミラー 1 0 を通過して対物レンズ 4 に入射される。対物レンズ 4 は、開口率 (NA) 0. 6 5 を有する高密度光ディスク用の対物レンズであって、入射する光ビームを 0. 6 mm の透明性基板を有する高密度光ディスク 1 3 へ集光させる。

#### 【 0 0 0 4 】

また、光源 7 は、CD 用の光源であって、7 8 0 nm の波長の光ビームを射出する。光源 7 から射出された光ビームはコリメータレンズ 8 によってほぼ平行光に変換され、アパーチャ 9 によって約直径 4 mm の有効径 1 2 を有する光束に規制され、ハーフミラー 1 0 で光路を変更されて対物レンズ 4 に入射される。対物レンズ 4 は、入射する光ビームを 1. 2 mm の透明性基板を有する光ディスク 1 4 へ集光させる。

#### 【 0 0 0 5 】

このような 2 つの光源を再生する光ディスクの種類に応じて切替えることによって、1 つの対物レンズ 4 を用いて 2 種類の光ディスクの再生を可能としている。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 1 0 1 7 0 0 (第 5 - 6 頁、第 6 図)

#### 【 0 0 0 7 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、光ディスク 1 3 のそり又は曲がり、光ディスク 1 3 の駆動機構の欠陥等によって、光ディスク 1 3 に傾きが生じる場合がある (面倒れ)。このような面倒れによって、光ディスク 1 3 の読取り又は書込み時に、光ディスク 1 3 の基板内に波面収差 (主としてコマ収差) を生じる。

#### 【 0 0 0 8 】

対物レンズ 4 の瞳座標上で換算した、光ディスク 1 3 の基板内に生じたコマ収差の一例 7 0 を、図 1 4 に示す。コマ収差は、光ディスク 1 3 から反射される光ビームから作成される光強度信号を劣化させる原因となる。光ディスク 1 4 につ

いても同様に、面倒れが発生する可能性があるが、記録密度が低い事等により、通常補正の必要性は低い。

#### 【0009】

さらに、このような光学装置の対物レンズ4は、0.6mmの透明性基板を有する高密度光ディスク13のトラック面に光スポットを集光するように設定されているため、CD等の1.2mmの透明性基板を有する光ディスク14のトラック面に光スポットを集光しようとする、入射光ビームの有効径を細くしたとしても、正確にトラック上に光スポットを集光することができない。したがって、CD等の1.2mmの透明性基板を有する光ディスク14を再生する際に基板内に球面収差を生じることとなる。

#### 【0010】

対物レンズ4の瞳座標上で換算した、CD等の1.2mmの透明性基板を有する光ディスク14の基板内に生じた球面収差の一例80を、図15に示す。球面収差は、光ディスク14から反射される光ビームから作成される光強度信号を劣化させる原因となる。

#### 【0011】

そこで、本発明は、複数種類の光ディスクからの読取り又は書込みを1個の対物レンズを用いて良好に行うための位相変調用の液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置を提供することを目的とする。

#### 【0012】

また、本発明は、複数種類の光ディスクからの読取り又は書込みを1個の対物レンズを用いて良好に行うために、発生するコマ収差及び球面収差を補正することを可能とする位相変調用の液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置を提供することを目的とする。

#### 【0013】

さらに、本発明は、複数種類の光ディスクからの読取り又は書込みを1個の対物レンズを用いて良好に行い且つトラッキング性能を損なうことの無い位相変調用の液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置を提供することを目的とする。

## 【0014】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明に係る液晶光学素子は、第1の透明基板と、第2の透明基板と、第1及び第2の透明基板の間に封入された液晶と、第1又は第2の透明基板の少なくとも一方の表面に形成された第1光ディスクの読取り又は書込み時に動作するコマ収差補正用の電極パターンと、第1又は第2の透明基板の他方の表面に形成された第2光ディスクの読取り又は書込み時に動作する球面収差補正用の電極パターンとを有することを特徴とする。複数種類の光ディスクに応じて、コマ収差補正用の電極パターン又は球面収差補正用の電極パターンを動作させるように構成したものである。

## 【0015】

また、上記の目的を達成するために、本発明に係る光学装置は、第1の基板厚を有する第1光ディスクの読取り又は書込みを行う第1光ビームを出力する第1光源と、第1の基板厚とは異なる第2の基板厚を有する第2光ディスクの読取り又は書込みを行う第2光ビームを出力する第2光源と、第1及び第2光ビームを第1及び第2光ディスクに集光させるための対物レンズと、第1及び第2光ビームの収差を補正するための液晶光学素子とを有することを特徴とする。複数種類の光ディスクに応じて、コマ収差補正用の電極パターン又は球面収差補正用の電極パターンを動作させるように構成したものである。

## 【0016】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、コマ収差補正用の電極パターンは、光ビームの位相を進ませるための第1の領域及び光ビームの位相を遅らせるための第2の領域を有することが好ましい。

## 【0017】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、第1の領域及び第2の領域が、第1光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の光ビームの有効径の第1内側領域にのみ配置されていることが好ましい。

## 【0018】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、第1内側領域は、第1

光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の光ビームの有効径から  $80\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$  内側に設定されていることが好ましい。

#### 【0019】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、球面収差補正用の電極パターンは、光ビームの位相を進ませるための複数の領域を有することが好ましい。

#### 【0020】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、球面収差補正用の電極パターンにおける前記複数の領域が、第2光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の光ビームの有効径の第2内側領域にのみ配置されていることが好ましい。

#### 【0021】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、第2内側領域は、第2光ディスクの読取り又は書込みを行う場合の光ビームの有効径から  $70\mu\text{m} \sim 400\mu\text{m}$  内側に設定されていることが好ましい。

#### 【0022】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、コマ収差補正用の電極パターンは光ビームの位相を進ませるための第1の領域及び前記光ビームの位相を遅らせるための第2の領域を有し、球面収差補正用の電極パターンは光ビームの位相を進ませるための複数の領域を有することが好ましい。

#### 【0023】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、第1の領域及び第2の領域が第1光ビームの有効径の第1内側領域にのみ配置されており、複数の領域が第2光ビームの有効径の第2内側領域にのみ配置されていることが好ましい。

#### 【0024】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、第1内側領域は、第1光ビームの収差補正後の残存コマ収差が  $\lambda/4$  以下、 $\lambda/14$  以下、又は  $33\lambda\text{m}$  以下になるように設定されていることが好ましい。

#### 【0025】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、第2内側領域は、第2

光ビームの収差補正後の残存球面収差が $\lambda/4$ 以下又は $\lambda/14$ 以下になるように設定されていることが好ましい。

【0026】

さらに、本発明に係る液晶光学素子又は光学装置では、第1光ディスクはDVDであることが好ましく、第2光ディスクはCDであることが好ましい。

【0027】

さらに、本発明に係る光学装置は、対物レンズの軸ずれを補正するために、対物レンズを移動させるトラッキング手段を有することが好ましい。

【0028】

さらに、本発明に係る光学装置は、第1及び第2光ディスクに応じて、コマ収差補正用の電極パターン又球面収差補正用の電極パターンの動作を切替えるための切替え手段を有することが好ましい。

【0029】

さらに、本発明に係る光学装置では、対物レンズは、第1光ディスク用の対物レンズであることが好ましい。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下本発明に係る液晶光学素子及び光学装置について図面を用いて説明する。  
図1に、液晶光学素子50を有する光学装置100を示す。

【0031】

図1において、第1の光源1から出射された光ビーム(650nm)は、コリメータレンズ2によってほぼ平行光に変換され、アパーチャ3によって直径約5mmの有効径11を持つ光ビームに規制される。さらに光ビームは、ハーフミラー10及び偏光ビームスプリッタ60を通過した後、液晶光学素子50に入射する。液晶光学素子50を通過した光ビームは、 $1/4$ 波長板65を通過して、対物レンズ4(開口率NA=0.65)により高密度光ディスク13のトラック面上に集光される。

【0032】

また、第2の光源7から出射された光ビーム(780nm)は、コリメータレ

レンズ 8 によってほぼ平行光に変換され、アパーチャ 9 によって直径約 4 mm の有効径 12 を持つ光ビームに規制される。さらに光ビームは、ハーフミラー 10 で光路を変更され、偏光ビームスプリッタ 60 を通過した後、液晶光学素子 50 に入射する。液晶光学素子 50 を通過した光ビームは、 $1/4$  波長板 65 を通過して、対物レンズ 4 (開口率  $NA = 0.65$ ) により光ディスク 14 のトラック面上に集光される。

#### 【0033】

「有効径」とは、光ビームに位置ずれや径の変化がないとした場合の、対物レンズ 4 で有効に利用される幾何光学設計上の液晶光学素子上での主光ビーム径を言う。

#### 【0034】

高密度光ディスク 13 は、DVD 等の光ディスクであって、トラック面上に、厚さ 0.6 mm の透明性基板を有しており、片面で最高約 4.75 GB の容量を記憶することができる。光ディスク 14 は、CD 等の光ディスクであって、トラック面上に 1.2 mm の透明性基板を有しており、片面で約 600 M の容量を記憶することができる。

#### 【0035】

光ディスク 13 又は 14 から反射された光ビームは、再び対物レンズ 4、 $1/4$  波長板 65 及び液晶光学素子 50 を経て、偏光ビームスプリッタ 60 により光路を変更されて、集光レンズ 61 を介して受光器 62 に集光される。光ビームは、光ディスク 13 又は 14 により反射される際に、光ディスク 13 又は 14 のトラック面上に記録されている情報 (ピット) によって振幅変調され、受光器 62 により光強度信号として出力される。この光強度信号 (光強度信号) から記録情報が読み出される。

#### 【0036】

また、光ディスク 13 又は 14 に書き込みを行う場合には、書き込みを行うためのデータ信号に応じて光源 1 又は 7 から出射された光ビームの強度を変調して、変調された光ビームによって光ディスクを照射する。光ディスクでは、光ビームの強度に応じて、薄膜の屈折率や色が変化し、又はピットの起状が生じること

で、データが書き込まれる。なお、光ビームの強度変調は、光源 1 又は 7 に用いるレーザーダイオードに流す電流を変調することによって行うことができる。

#### 【0037】

対物レンズ 4 には、トラッキング用のアクチュエータ 5 が取付けられており、図中の矢印 A の方向に対物レンズ 4 を移動することによって、対物レンズによって集光される光ビームが、光ディスク 13 又は 14 のトラックに正確に追従するように構成されている。アクチュエータ 5 には、駆動のための配線 6 が取付けされている。

#### 【0038】

液晶光学素子 50 は、後述するように、コマ収差補正用の透明電極パターン及び球面収差補正用の透明電極パターンを有している。

#### 【0039】

液晶光学素子制御回路 63 は、受光器 62 により出力される光強度信号に基づいて、高密度光ディスク 13 の傾きによって生じるコマ収差を検出し、検出されたコマ収差に応じた電圧をコマ収差補正用の透明電極パターンに印加して、発生するコマ収差を相殺するように補正を行う。なお、光ディスク 14 の読出し又は書込み動作中には、液晶光学素子 50 のコマ収差補正用の透明電極パターンに、基準電圧を印加して、動作させないようにする。

#### 【0040】

さらに、液晶光学素子制御回路 63 は、高密度光ディスク 13 から光ディスク 14 へ切替える際の切替え信号（不図示）に応じて、光ディスク 14 の読出し又は書込み動作中、液晶光学素子 50 の球面収差補正用の透明電極パターンに電圧を印加して、発生する球面収差を相殺するように補正を行う。なお、高密度光ディスク 13 の読出し又は書込み動作中には、液晶光学素子 50 の球面収差補正用の透明電極パターンに、基準電圧を印加して動作させないようにする。

#### 【0041】

図 2 に、図 1 に示された液晶光学素子 50 の断面図を示す。図 2 の矢印は、第 1 の光源 1 又は第 2 の光源 7 から射出された光ビームが入射する方向を示している。図 2 において、光源側の透明基板 51 には、コマ収差補正用の透明電極パタ

ーン30及び配向膜52が形成されている。また、光ディスク13又は14側の透明基板55には、球面収差補正用の透明電極パターン40及び配向膜54が形成されている。液晶56は、2枚の透明基板51及び55と、シール部材53との間に封入されている。図2に示される各要素は、説明の便宜上、誇張して図示されており、実際の厚さの比と異なる場合がある。

#### 【0042】

図3に、コマ収差補正用の透明電極パターン30の一例を示す。図3(a)では、液晶光学素子50に入射される光ビームの有効径11とほぼ同じ大きさの領域内に、位相を進ませるための2つの領域32及び33、位相を遅らせるための2つの領域34及び35を有している。また、図中31は、基準電位を印加するための領域である。

#### 【0043】

領域32及び33に、基準電位に対して正(+)の電圧を印加すると、対向する透明電極パターン40との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、一般的なP型液晶の場合、この部分を通過する光ビームは、その位相を進められるような作用を受ける。領域34及び35に、基準電位に対して負(-)の電圧を印加すると、同様に対向する透明電極パターン40との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、一般的なP型液晶の場合、この部分を通過する光ビームは、その位相を遅らせるような作用を受ける。領域31には、基準電位(例えばこの場合は0Vと考える)が印加される。透明電極パターン30へは、配線64(図1参照)を通じて電圧が印加されている。

#### 【0044】

図3(b)に、X軸上において各領域に印加される電圧71を示す。このような電圧が透明電極パターン30に印加されることによって、コマ収差70が補正される。図3(c)に、補正後のコマ収差72を示す。図3(c)に示されるように、液晶光学素子50を用いることで、光ディスク13の基板内に生じるコマ収差が抑制されるように補正される。

#### 【0045】



図4に、球面収差補正用の透明電極パターン40の一例を示す。図4(a)では、有効径12の範囲内に9つの同心円状の領域41～49が設けられている。各領域には、図4(b)に示すような電圧波形81が印加されている。図4(a)に示すような電極パターンに図4(b)に示すような電圧が印加されると、対向する透明電極パターン30との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、一般的なP型液晶の場合、この部分を通過する光ビームは、その位相を進ませるような作用を受けることとなり、光ディスク14の基板中に生じる球面収差80が、図4(c)に示すように補正される。なお、透明電極パターン40へは、配線64(図1参照)を通じて電圧が印加されている。

#### 【0046】

したがって、図1に示す光学装置100では、高密度ディスク13からの情報の読取り又は書込みを行う場合、光源1を用い、液晶光学素子50のコマ収差補正用の透明電極パターン30のみを動作させて、高密度ディスク13の面倒れ補正を行う。また光ディスク14からの情報の読取り又は書込みを行う場合には、光源7を用い、液晶光学素子50の球面収差補正用の透明電極パターン40のみを動作させて、高密度ディスク用の対物レンズ4を光ディスク14に適用させることによって発生する球面収差を補正する。このように、1つの液晶光学素子50にコマ収差補正用の透明電極パターン30及び球面収差補正用の透明電極パターン40を設け、使用する光ディスクの種類に応じて、動作させる透明電極パターンを変えるように制御することによって、1つの対物レンズで複数種類の光ディスクの読取り又は書込みを良好に行うことが可能となった。

#### 【0047】

図5に、本発明に係る他の液晶光学素子を有する光学装置200を示す。

#### 【0048】

図5において、図1と同じ構成には同じ番号を付している。なお、図1との差異は、図1の液晶光学素子50とは異なる液晶光学素子150を用いた点である。

#### 【0049】

前述した高密度光ディスク 13 を用いる場合にコマ収差が発生し、光ディスク 13 を用いる場合に球面収差が発生する問題の他に、光ディスク 13 又は 14 のトラックと対物レンズ 4 の光軸とがずれる（軸ずれ）問題がある。そこで、対物レンズ 4 の光軸を光ディスク 13 又は 14 のトラックに追従させるために、トラッキング用のアクチュエータ 5 が対物レンズ 4 に取付けられており、アクチュエータ 5 には電力を供給するための配線 6 が取付けられている。アクチュエータ 5 が、図中の矢印 A の方向に対物レンズ 4 を移動させることによって、対物レンズ 4 によって集光される光ビームが正確に光ディスク 13 又は 14 のトラックに追従するように構成されている。

#### 【0050】

しかしながら、アクチュエータ 5 が、対物レンズ 4 を移動させてしまうと、液晶光学素子と対物レンズ 4 との位置関係が変化してしまう。図 1 に示す液晶光学素子 50 に形成されているコマ収差補正用の透明電極パターン 30 及び球面収差用の透明電極パターン 40 は、それぞれ光学装置の有効径 11 及び 12 と一致するように設計されている。即ち、液晶光学素子 50 は、対物レンズ 4 及び液晶光学素子 50 が、光軸に対して正確に一致した状態でのみ、高密度光ディスク 13 の基板内に生じるコマ収差及び光ディスク 14 の基板内に生じる球面収差を理想的に補正できるように設計されている。したがって、トラッキングにより、液晶光学素子 50 と対物レンズ 4 との位置関係が変化した状態では、液晶光学素子 50 では、十分に収差を補正することができない場合がある。

#### 【0051】

そこで、図 5 に示す光学装置 200 では、トラッキングによる対物レンズ 4 の移動に拘わらず、コマ収差及び球面収差の補正を良好に行うことを可能とする液晶光学素子 150 を採用した。

#### 【0052】

図 6 に、液晶光学素子 150 の断面図を示す。図 2 と同じ構成には同じ番号を付している。図 2 との差異は、図 2 とは異なるコマ収差補正用の透明電極パターン 130 及び球面収差補正用の透明電極パターン 140 を有する点である。

#### 【0053】

図7 (a) に、液晶光学素子150におけるコマ収差補正用の透明電極パターン130の一例を示す。図7 (a) に示されるように、液晶光学素子150に入射される光ビームの有効径11から80  $\mu\text{m}$ 内側に入った内側領域18に、位相を進ませるための2つの領域132及び133、及び位相を遅らせるための2つの領域134及び135が配置されている。また、図中131は、基準電位を印加するための領域である。

#### 【0054】

ここで、内側領域とは、有効径11から何 $\mu\text{m}$ 内側に入った領域にのみ収差補正用の電極パターンを設けたかを表している。

#### 【0055】

領域132及び133に、基準電位に対して正(+)の電圧を印加すると、対向する透明電極パターン140との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。なお、コマ収差補正用の透明電極パターン130を利用する場合には、球面収差補正用の透明電極パターン140には、基準電圧を印加しておく。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を進められるような作用を受ける。また、領域134及び135に、基準電位に対して負(-)の電圧を印加すると、対向する透明電極パターン140との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を遅らせるような作用を受ける。領域131には、基準電位 (例えばこの場合は0Vと考える) が印加される。コマ収差補正用の電極パターン130へは、液晶光学素子制御回路63から配線64 (図5参照) によって電圧が印加されている。

#### 【0056】

図7 (b) に、X軸上において各領域に印加される電圧73を示す。このような電圧が内側領域18の各領域131～135に印加されることによって、高密度光ディスク13が光軸に対して傾くことによって発生するコマ収差70を打ち消すように働く。

#### 【0057】

図7 (c) に、補正後のコマ収差74を示す。図7 (b) のコマ収差70が図

3 (c) の補正後のコマ収差 74 となり、液晶光学素子 150 を用いることで、高密度光ディスク 13 の基板内に発生する波面収差が抑制されるように補正されていることが理解される。

#### 【0058】

ここで、有効径 11 と内側領域 18 の各領域 131 ~ 135 の中心が合致している場合（軸ずれが発生していない場合）における補正後のコマ収差（残存コマ収差）は、レイリーの 4 分の 1 波長の法則（Rayleigh's quarter wavelength rule）より、半導体光ビーム源 1 の波長の  $1/4$  以下であることが好ましい。この条件を満たすことにより、レイリーの議論に従えば、基板内に発生するコマ収差による光の損失は普通許容されることと考えられるからである。

#### 【0059】

また、有効径 11 と内側領域 18 の各領域 131 ~ 135 の中心が合致している場合（軸ずれが発生していない場合）における補正後のコマ収差（残存コマ収差）は、マーシャル（Marechal）の評価に従い、半導体光ビーム源 1 の波長の  $1/14$  以下であることが好ましい。マーシャルは、波面と回折焦点に中心を持つ参照球面とのずれの標準偏差が  $\lambda/14$  以下になることが、特定の系において収差が十分に小さいことと等価であることとした。この条件を満たすことにより、マーシャルの議論に従えば、基板内に発生するコマ収差は十分に小さいと考えられるからである。

#### 【0060】

さらに、有効径 11 と内側領域 18 の各領域 131 ~ 135 の中心が合致している場合（軸ずれが発生していない場合）における補正後のコマ収差（残存コマ収差）は、 $33m\lambda$  以下であることが好ましい。DVD 評価器における評価基準（ $33m\lambda$ ）をクリアすることが必要と考えられるからである。

#### 【0061】

内側領域を小さく設定すれば、トラッキングによって光軸がずれても内側領域は有効径の中に留まるので、コマ収差の補正を行うことが可能となる。しかしながら、あまりに内側領域を小さく設定しすぎると、残存コマ収差が大きくなってしまうので、上記の例は、その条件を定めたものである。

## 【0062】

図8(a)に、液晶光学素子150において、図7(a)に示すコマ収差補正用の透明電極パターン130と対をなす球面収差補正用の透明電極パターン140の一例を示す。図8(a)に示されるように、液晶光学素子150に入射される光ビームの有効径12から70 $\mu$ m内側に入った内側領域19に、位相を進ませるための6つの領域142～147が同心円状に配置されている。なお、領域141には基準電位が印加されており、入射ビームの位相を進ませる機能を有してはいない。

## 【0063】

ここで、内側領域とは、有効径12から何 $\mu$ m内側に入った領域にのみ収差補正用の電極パターンを設けたかを表している。

## 【0064】

領域142～147に、基準電位に対して正(+)の電圧を印加すると、対向する透明電極パターン130との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。なお、球面収差補正用の透明電極パターン140を利用する場合には、コマ収差補正用の透明電極パターン130には、基準電圧を印加しておく。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を進められるような作用を受ける。領域141には、基準電位（例えばこの場合は0Vと考える）が印加される。球面収差補正用の電極パターン140へは、前述した液晶光学素子制御回路63から配線64（図6参照）によって電圧が印加されている。

## 【0065】

図8(b)に、X軸上において各領域に印加される電圧波形83を示す。このような電圧が内側領域19の各領域141～147に印加されることによって、発生する球面収差80を打ち消すように働く。

## 【0066】

図8(c)に、補正後の球面収差84を示す。図8(b)の球面収差80が図8(c)の補正後の球面収差84となり、液晶光学素子150を用いることで、光ディスク14の基板内に発生する球面収差が抑制されるように補正されていることが理解される。

## 【0067】

ここで、有効径12と内側領域19の透明電極パターン140の各領域141～147の中心が合致している場合（軸ずれが発生していない場合）における補正後の球面収差（残存球面収差）は、レイリーの4分の1波長の法則より、光ビームの波長の $1/4$ 以下であることが好ましい。この条件を満たすことにより、レイリーの議論に従えば、基板内に発生する球面収差による光の損失は普通許容されることと考えられるからである。

## 【0068】

また、有効径12と内側領域19の透明電極パターン140の各領域141～147の中心が合致している場合（軸ずれが発生していない場合）における補正後の球面収差（残存球面収差）は、マーシャルの評価に従い、光ビームの波長の $1/14$ 以下であることが好ましい。マーシャルは、波面と回折焦点に中心を持つ参照球面とのずれの標準偏差が $\lambda/14$ 以下になることが、特定の系において収差が十分に小さいことと等価であることとした。この条件を満たすことにより、マーシャルの議論に従えば、基板内に発生する球面収差は十分に小さいと考えられるからである。

## 【0069】

図9（a）に、液晶光学素子150のコマ収差補正用の透明電極パターン130の他の例を示す。図9（a）では、液晶光学素子150に入射される光ビームの有効径11から内側 $500\mu\text{m}$ の内側領域18に、位相を進ませるための2つの領域132及び133、及び位相を遅らせるための2つの領域134及び135を有している。また、図中131は、基準電位を印加するための領域である。

## 【0070】

領域132及び133に、基準電位に対して正（+）の電圧を印加すると、対向する透明電極パターン140との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を進められるような作用を受ける。また、領域134及び135に、基準電位に対して負（-）の電圧を印加すると、対向する透明電極パターンとの間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この

部分を通過する光ビームは、その位相を遅らせるような作用を受ける。領域131には、基準電位（例えばこの場合は0Vと考える）が印加される。透明電極パターン130へは、前述した液晶光学素子制御回路63から配線64（図6参照）によって電圧が印加されている。

#### 【0071】

図9（b）に、X軸上において各領域に印加される電圧波形75を示す。このような電圧が各領域131～135に印加されることによって、高密度光ディスク13が光軸に対して傾くことによって発生するコマ収差70を打ち消すように働く。図9（c）に、補正後のコマ収差76を示す。図9（b）のコマ収差70が図9（c）の補正後の波面収差76となり、高密度光ディスク13の基板内に発生するコマ収差が抑制されるように補正されていることが理解される。

#### 【0072】

図10（a）に、液晶光学素子150において、図9（a）に示す球面収差補正用の透明電極パターン130と対をなす球面収差補正用の透明電極パターン140の他の例を示す。図10（a）では、液晶光学素子150に入射される光ビームの有効径12から内側400 $\mu$ mの内側領域19に、位相を進ませるための領域142～145を有している。また、領域141は、基準電位（例えばこの場合は0Vと考える）を印加するための領域である。

#### 【0073】

領域142～145に、基準電位に対して正（+）の各電圧を印加すると、対向する透明電極パターン130との間に各電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を進められるような作用を受ける。透明電極パターン140へは、前述した液晶光学素子制御回路63から配線64（図5参照）によって電圧が印加されている。

#### 【0074】

図10（b）に、X軸上において各領域に印加される電圧85を示す。このような電圧が透明電極パターン140の領域141～145に印加されることによって、光ディスク14の基板中に発生する球面収差80を打ち消すように働く。

## 【0075】

図10(c)に、補正後の球面収差86を示す。図10(b)の球面収差80が図10(c)の補正後の球面収差86となり、光ディスク14の基板内に発生する球面収差が抑制されるように補正されていることが理解される。

## 【0076】

図8(a)及び図10(a)の説明では、球面収差補正用の透明電極パターン30の各領域に、基準電位に対して正(+)の各電圧を印加して、この部分を通過する光ビームをその位相を進めるように制御した。しかしながら、光ディスク14の基板中に発生する球面収差が図8(b)及び図10(b)とは逆向きに発生する場合には、電極パターン30の各領域に図8(b)及び図10(b)とは逆の負(-)の各電圧を印加するように制御することもできる。その場合、電極パターン30の各領域を通過する光ビームは、その位相を遅らされるような作用を受ける。

## 【0077】

ここで、図3(a)及び図4(a)に示すような有効径11又は12全体に渡って位相を制御する領域が形成されている場合と、図7(a)及び図8(a)（又は図9(a)及び図10(a)）に示すように有効径11又は12の内側領域18又は19のみに位相を制御する領域が形成されている場合の差異について説明する。

## 【0078】

図3(a)及び図4(a)の場合の収差補正は、図11(a)に示すように、有効径11（又は12）の範囲内の全ての領域で光ビームを捉えて補正を行おうとしていることに匹敵する。しかしながら、対物レンズ4がアクチュエータ5によって移動されると、光ビームが有効径11（又は12）の範囲内からずれてしまい（図11(b)参照）、効果的に収差を補正することができない。

## 【0079】

これに対して、例えば図7(a)の場合の収差補正は、図12(a)に示すように、有効径11から80 $\mu$ mの内側領域の範囲内でのみで光ビームを捉えようとしていることに匹敵する。この場合に、対物レンズ4がアクチュエータ5によ



って移動されると、光ビームは、有効径 11 から 80  $\mu\text{m}$  の内側領域の範囲内からはずれませんが、依然有効径 11 の範囲内に留まる（図 12 (b) 参照）。したがって、光軸の中心に光ビームを捉えている場合（図 12 (a) 参照）に比べると若干程度は落ちるが、十分に収差補正が行われることとなる。

#### 【0080】

即ち、従来の有効径 11 又は 12 の範囲内全てに位相を進ませる領域を設けずに、有効径 11 又は 12 の内側領域 18 又は 19 のみに位相を進ませる領域を設けたので、対物レンズ 4 がトラッキングのためにアクチュエータ 5 によって移動されしてしまっても、有効に収差補正を行えるようになったものである。

#### 【0081】

以下の表に、高密度光ディスク 13 を用いる場合のコマ収差補正用の電極パターンを設ける内側領域及び対物レンズ 4 のトラッキングによる移動量（＝軸ずれ量）と、高密度光ディスク 13 からの反射光ビームに基づいて発生される光強度信号の劣化（主に信号のジッタ）との関係を示す。また、光強度信号の劣化は、A～D の 4 段階で示しており、A は最良の状態、B は良の状態、C は光強度信号として使用可能な状態、D は光強度信号として使用することができない状態を表している。なお、以下の表を作成するに際しては、有効径 11 から 0  $\mu\text{m}$ 、80  $\mu\text{m}$ 、100  $\mu\text{m}$ 、200  $\mu\text{m}$ 、300  $\mu\text{m}$ 、400  $\mu\text{m}$ 、500  $\mu\text{m}$  及び 600  $\mu\text{m}$  の内側領域のみに位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域を作成したコマ収差補正用の電極パターンを作成し、液晶光学素子と対物レンズ 4 との光軸を 0  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ 、100  $\mu\text{m}$ 、150  $\mu\text{m}$ 、200  $\mu\text{m}$  ずらして光強度信号のジッタ量を測定した。光学装置は、図 5 と同じ構成とし、有効径 ( $\phi$ ) 5 mm、対物レンズの開口数 (NA) を 0.65 とした。

#### 【0082】

【表1】

		軸ずれ量 ( $\mu\text{m}$ )				
		0	50	100	150	200
内側領域 ( $\mu\text{m}$ )	0	A	C	D	D	D
	80	A	B	C	D	D
	100	B	B	B	C	D
	200	B	B	B	B	C
	300	B	B	B	B	B
	400	B	B	B	B	B
	500	B	B	B	C	C
	600	C	D	D	D	D

## 【0083】

表から理解されるように、 $0\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ の軸ずれ量が発生しても有効径11から $80\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域が設けられているコマ収差補正用の電極パターンでは、また $0\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ の軸ずれ量が発生しても有効径1から $100\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域が設けられているコマ収差補正用の電極パターンでは、さらに $0\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ の軸ずれ量が発生しても有効径11から $200\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域が設けられているコマ収差補正用の電極パターンでは、良好なコマ収差補正を行うことが可能となり、その結果光強度信号のジッタ量が抑制されて、使用可能な状態となっている。なお、有効径から $80\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域を設けた例は、図7(a)に相当し、有効径から $500\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域を設けた例は、図9(a)に相当する。

## 【0084】

これに対して、有効径から $0\mu\text{m}$ の内側領域にのみ（即ち、有効径10全体に）位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域を設けた液晶光学素子（即ち、図3

(a) に示される液晶光学素子) では、軸ずれ量が  $100\ \mu\text{m}$  以上発生すると、適正な収差補正を行うことができず、その結果光強度信号のジッタ量が増加してしまう。

#### 【0085】

また、有効径から  $600\ \mu\text{m}$  の内側領域にのみ位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域を設けた場合も、軸ずれ量が  $50\ \mu\text{m}$  以上発生すると、適正なコマ収差補正を行うことができず、その結果光強度信号のジッタ量が増加してしまう。これは、位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域が小さくなりすぎて、逆に適切な収差補正が行えなくなっているものと考えられる。

#### 【0086】

このように、有効径から  $80\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$  の内側領域にのみ位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域を設けた液晶光学素子を用いることによって、対物レンズのトラッキングのための移動による軸ずれが発生しても、良好に収差補正を行うことが可能となる。

#### 【0087】

なお、光学装置の仕様に応じて位相を進ませる領域と位相を遅らせる領域を設ける内側領域を設定することもできる。例えば、トラッキングによる軸ずれが  $100\ \mu\text{m}$  と予めわかっている場合には、有効径から  $80 \sim 100\ \mu\text{m}$  の内側領域を設定すれば良い。またトラッキングによる軸ズレが大きい場合には、その仕様に合わせて内側領域を設定すれば良い。

#### 【0088】

以下の表に、球面収差補正用の電極パターンを設ける内側領域及び対物レンズ4のトラッキングによる移動量(=軸ずれ量)と、光ディスク14からの反射光ビームに基づいて発生される光強度信号の劣化(主に信号のジッタ)との関係を示す。また、光強度信号の劣化は、A～Dの4段階で示しており、Aは最良の状態、Bは良の状態、Cは光強度信号として使用可能な状態、Dは光強度信号として使用することができない状態を表している。なお、以下の表を作成するに際しては、有効径11から  $0\ \mu\text{m}$ 、 $70\ \mu\text{m}$ 、 $100\ \mu\text{m}$ 、 $200\ \mu\text{m}$ 、 $300\ \mu\text{m}$ 、 $350\ \mu\text{m}$ 、 $400\ \mu\text{m}$  及び  $500\ \mu\text{m}$  の内側領域のみに位相を進ませる複数

の領域を作成した球面収差補正用の電極パターンを作成し、液晶光学素子と対物レンズ4との光軸を $0\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 、 $200\mu\text{m}$ ずらして光強度信号のジッタ量を測定した。光学装置200は、図6と同じ構成とし、有効径( $\phi$ ) $5\text{mm}$ 、対物レンズの開口数(NA)を0.65とした。

【0089】

【表2】

		軸ずれ量 ( $\mu\text{m}$ )				
		0	50	100	150	200
内側領域 ( $\mu\text{m}$ )	0	A	C	D	D	D
	70	A	B	C	D	D
	100	B	B	B	C	D
	200	B	B	B	B	C
	300	B	B	B	B	B
	350	B	B	B	B	B
	400	B	B	B	C	C
	500	C	D	D	D	D

【0090】

表から理解されるように、 $0\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ の軸ずれ量が発生しても有効径12から $70\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域が設けられている球面収差補正用の電極パターンでは、また $0\mu\text{m}$ ～ $150\mu\text{m}$ の軸ずれ量が発生しても有効径12から $100\mu\text{m}$ 内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域が設けられている球面収差補正用の電極パターンでは、さらに $0\mu\text{m}$ ～ $200\mu\text{m}$ の軸ずれ量が発生しても、有効径12から $200\mu\text{m}$ ～ $400\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域が設けられている球面収差補正用の電極パターンでは、良好な球面収差補正を行うことが可能となり、その結果光強度信号のジッタ量が抑制されて、使用可能な状態となっている。なお、有効径から $70\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数領域を設けた例は、図8(a)に相当し、有効径から $400\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数領域を設けた例は、図1

0 (a) に相当する。

【0091】

このように球面収差補正用の電極パターンについては、有効径12から70  $\mu$ m $\sim$ 400  $\mu$ mの内側領域にのみ位相を進ませるための（又は位相を遅らせるための）複数の領域を設けることが好ましい。

【0092】

なお、コマ収差補正用の透明電極パターン130と球面収差補正用の透明電極パターン140を、液晶光学素子150に入射する光ビームに対して、入れ替えても良い。

【0093】

【発明の効果】

このように、本発明に従った液晶光学素子及びそれを用いた光学装置では、一つの対物レンズによって、複数種類の光ディスクの読取り又は書込みを良好に行うことが可能となった。

【0094】

また、本発明に従った液晶光学素子及びそれを用いた光学装置では、高密度光ディスクの読取り又は書込みを行う場合にはコマ収差補正用の電極パターンを動作させ、通常光ディスクの読取り又は書込みを行う場合には球面収差補正用の電極パターンを動作させるようにしたので、複数種類の光ディスクの読取り又は書込みを良好に行うことが可能となった。

【0095】

さらに、本発明に従った液晶光学素子及びそれを用いた光学装置では、コマ収差補正用の電極パターン及び球面収差補正用の電極パターンを、それぞれ内側領域のみに設けるように構成したので、トラッキングに拘わらず、簡単な構成で、良好なコマ収差及び球面収差補正を行うことが可能となった。

【0096】

さらに、本発明に従った液晶光学素子及びそれを用いた光学装置では、対物レンズと液晶光学素子との光軸がずれて波面収差（主にコマ収差）が発生しても、コマ収差補正の電極パターンによってコマ収差補正することができるので、光デ

ディスクの読取り又は書込みを精度よく行うことが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係わる液晶光学素子を有する光学装置の一例を示す図である。

【図 2】

本発明に係わる液晶光学素子の一例の断面図を示す図である。

【図 3】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子のコマ収差補正用の電極パターンの一例を示し、(b) は (a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正されたコマ収差の一例を示す図である。

【図 4】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子の球面収差補正用の電極パターンの一例を示し、(b) は (a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正された球面収差の一例を示す図である。

【図 5】

本発明に係わる液晶光学素子を有する光学装置の他の例を示す図である。

【図 6】

本発明に係わる液晶光学素子の他の例の断面図を示す図である。

【図 7】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子のコマ収差補正用の電極パターンの他の例を示し、(b) は (a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正されたコマ収差の一例を示す図である。

【図 8】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子の球面収差補正用の電極パターンの他の例を示し、(b) は (a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正された球面収差の一例を示す図である。

【図 9】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子のコマ収差補正用の電極パターンの他の例を示し、(b) は (a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、

(c) は補正されたコマ収差の一例を示す図である。

【図 10】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子の球面収差補正用の電極パターンの一例を示し、(b) は(a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正された球面収差の一例を示す図である。

【図 11】

従来の収差補正用の液晶光学素子の動作を説明するための図である。

【図 12】

本発明に係わる収差補正用の液晶光学素子の動作を説明するための図である。

【図 13】

従来の光学装置の一例を示す図である。

【図 14】

光ディスクの面倒れによって発生するコマ収差の一例を示す図である。

【図 15】

異なった種類の光ディスクの読取り又は書込みを行うことによって発生する球面収差の一例を示す図である。

【符号の説明】

- 1、7…半導体レーザ光源
- 2、8…コリメータレンズ
- 4…対物レンズ
- 5…アクチュエータ
- 11、12…有効径
- 13…高密度光ディスク
- 14…光ディスク
- 18、19…内側領域
- 30、130…コマ収差補正用の透明電極パターン
- 40、140…球面収差補正用の透明電極パターン
- 50、150…液晶光学素子
- 61…集光レンズ

6 2…受光器

6 3…液晶光学素子制御回路

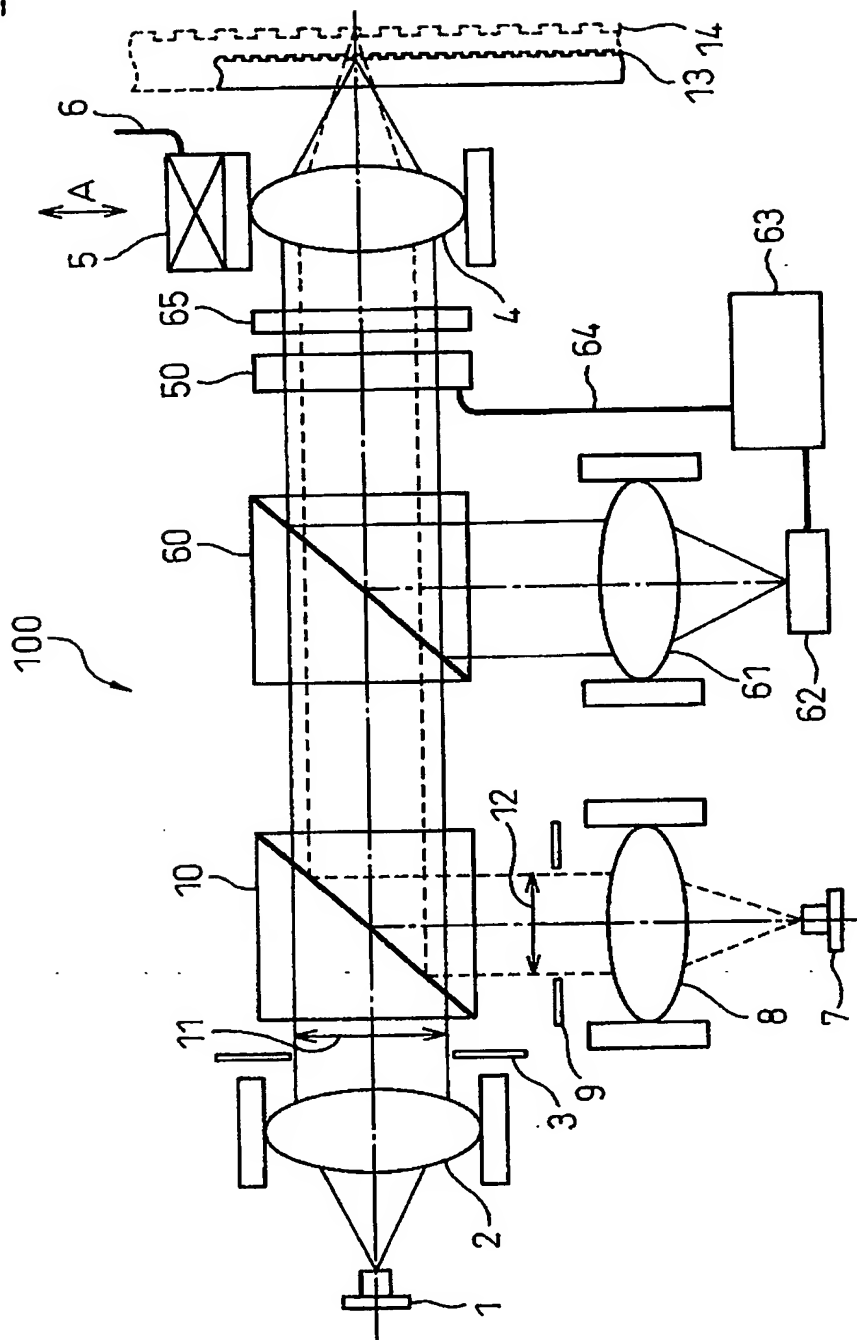


【書類名】

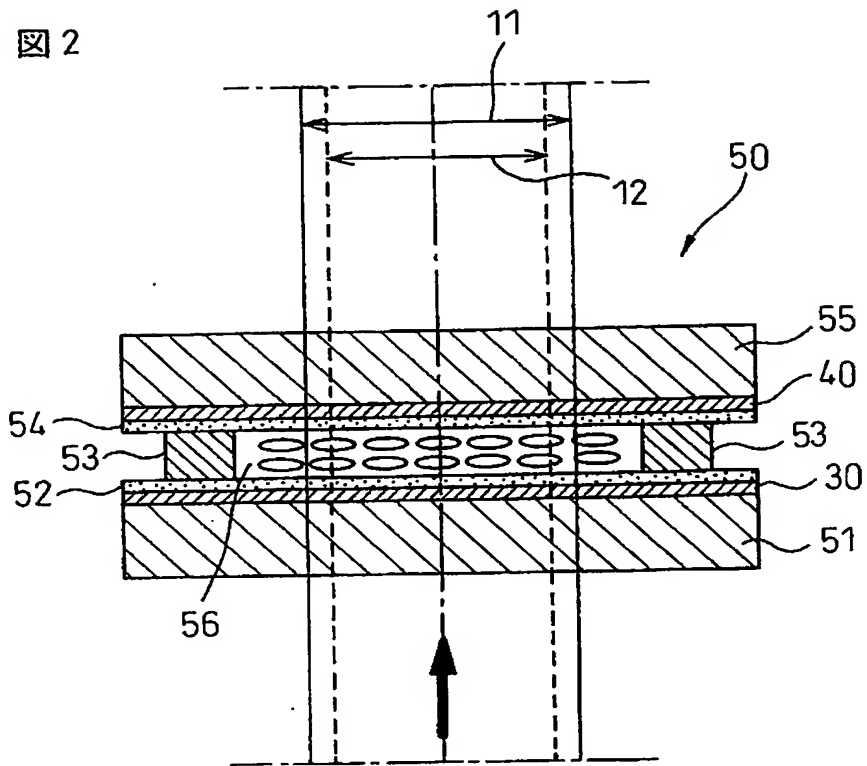
図面

【図 1】

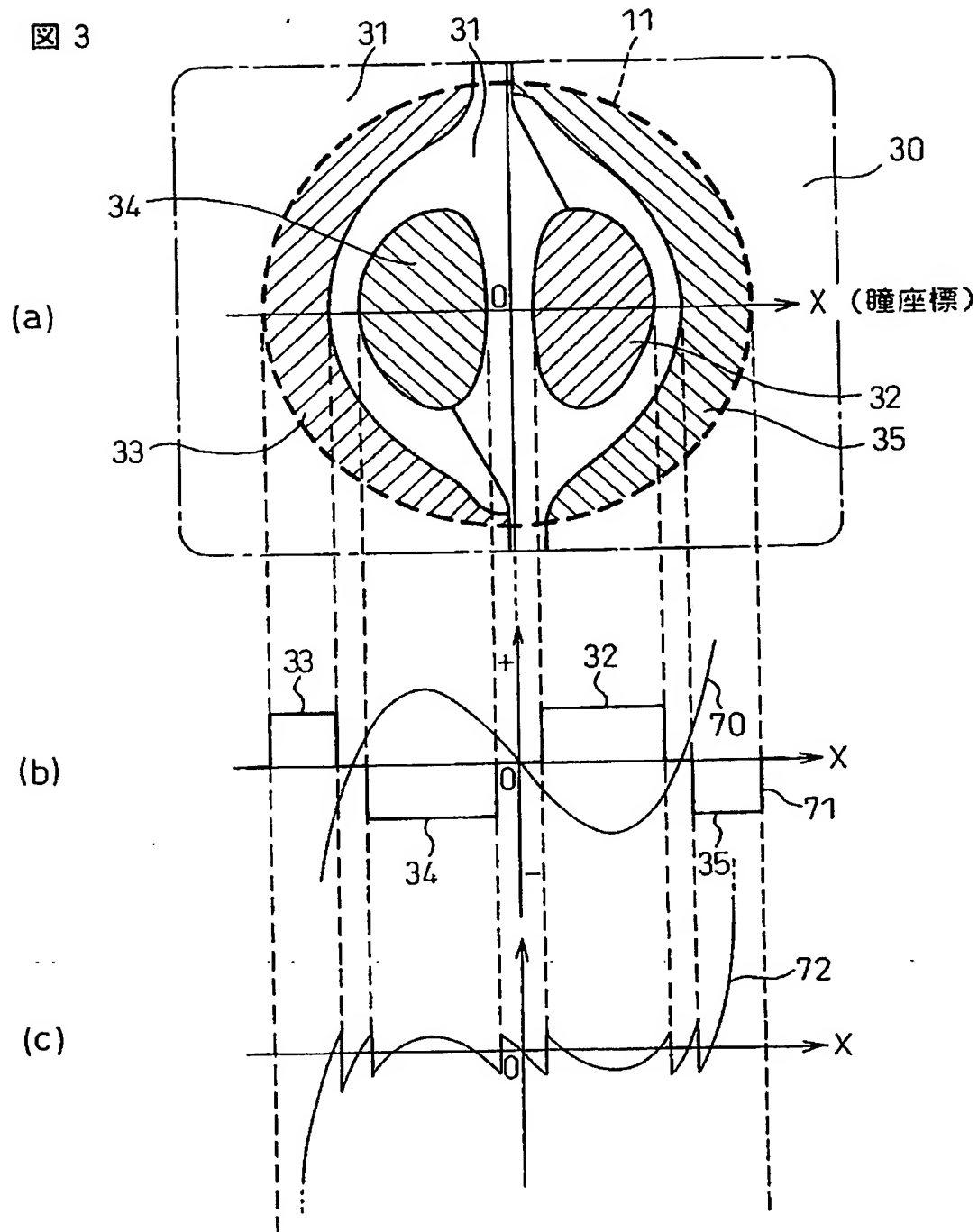
図 1



【図 2】

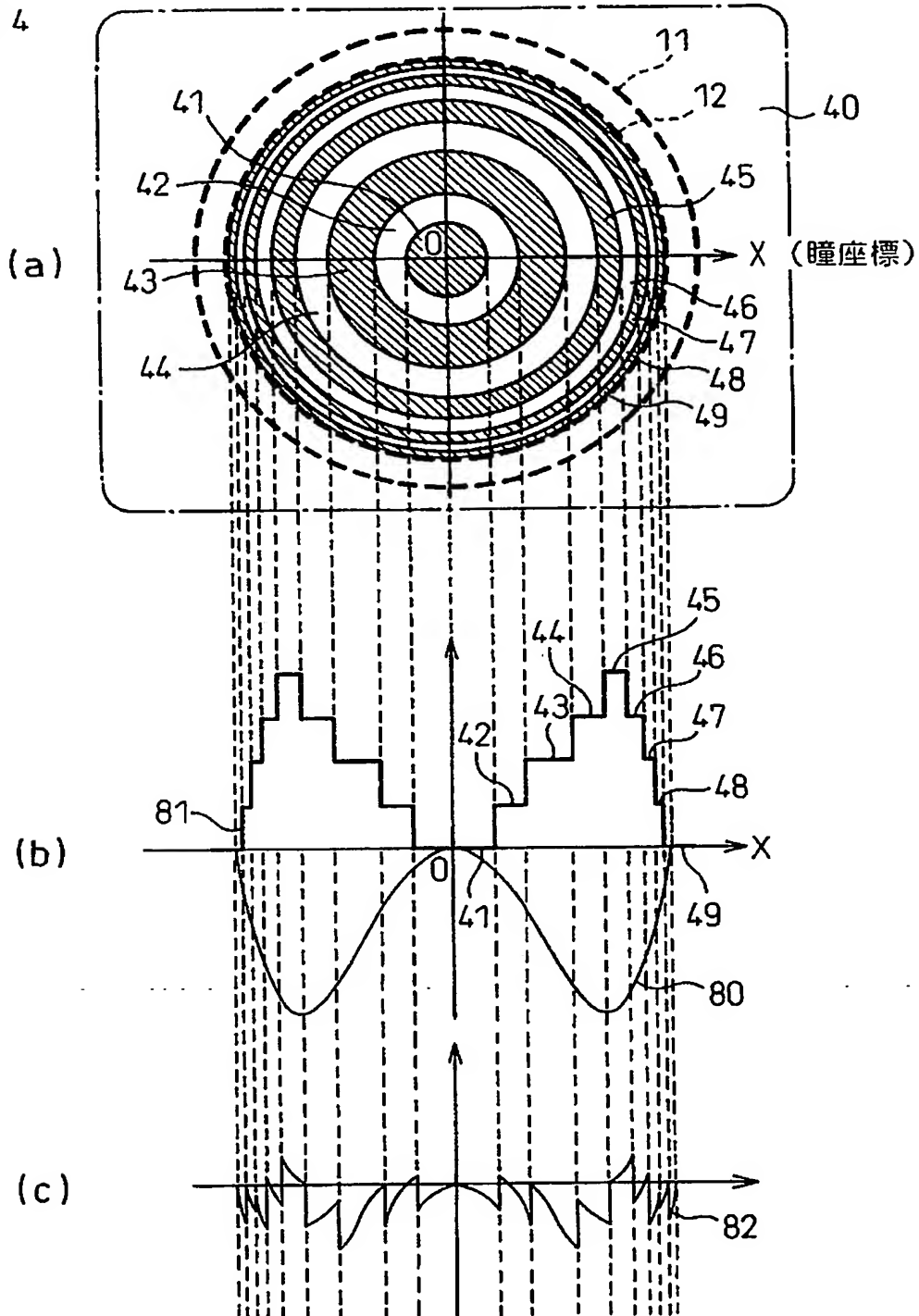


【図 3】



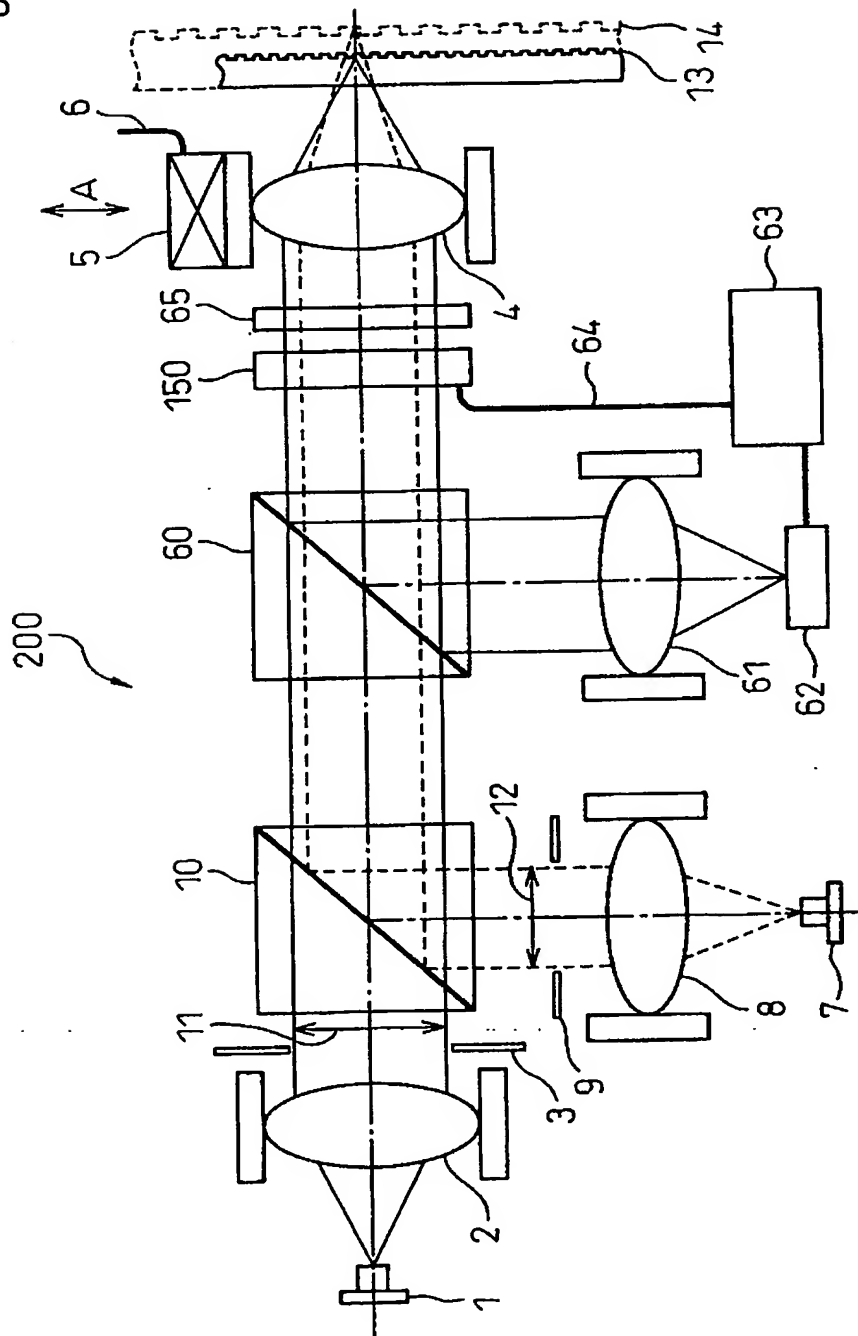
【図 4】

図 4

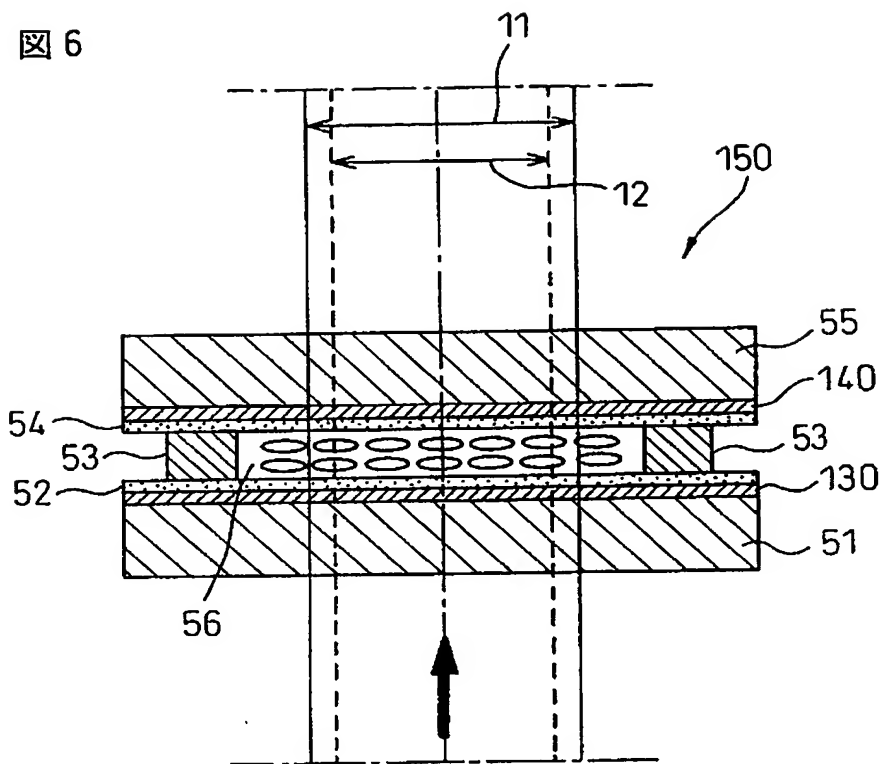


【図 5】

図 5



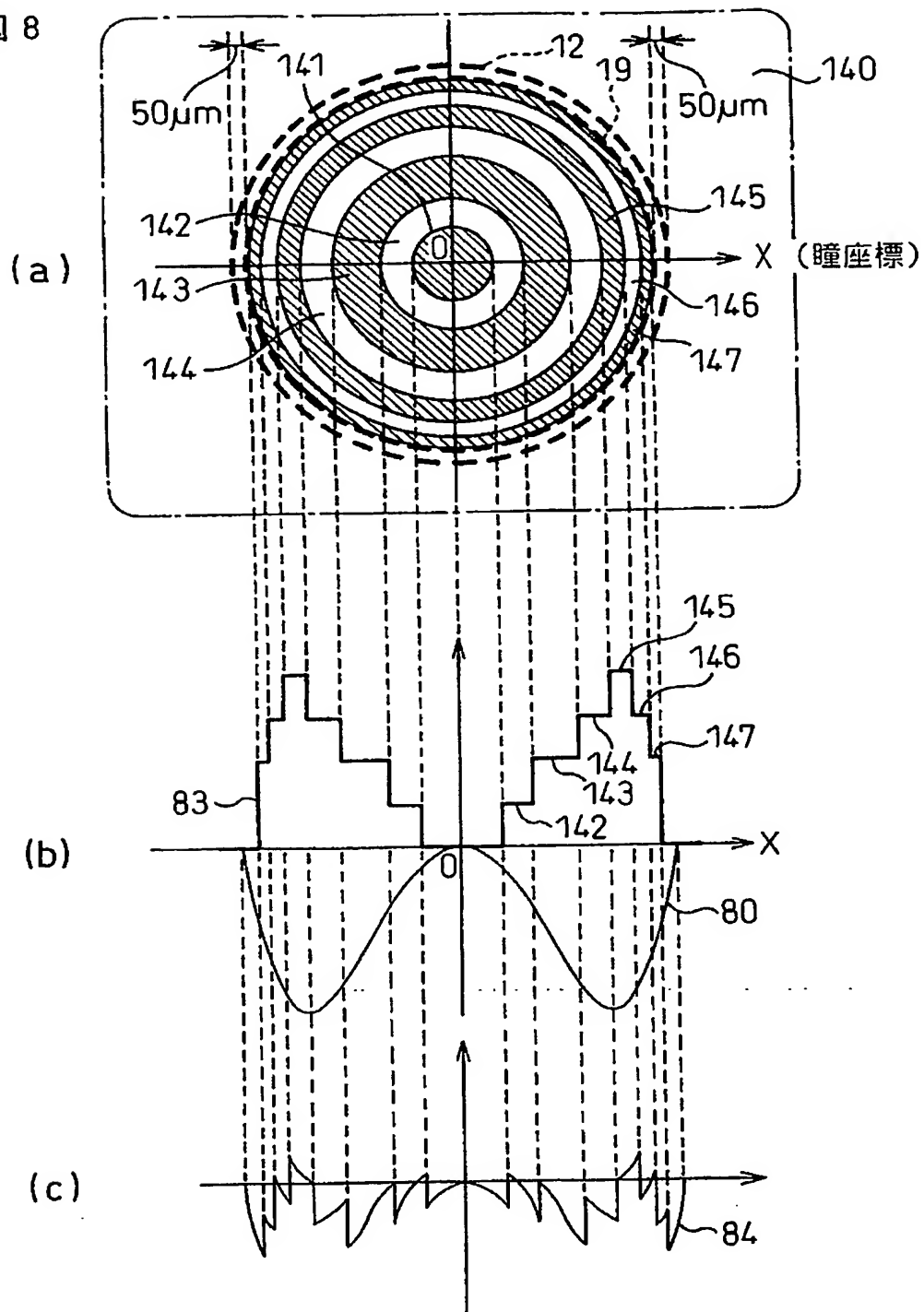
【図 6】





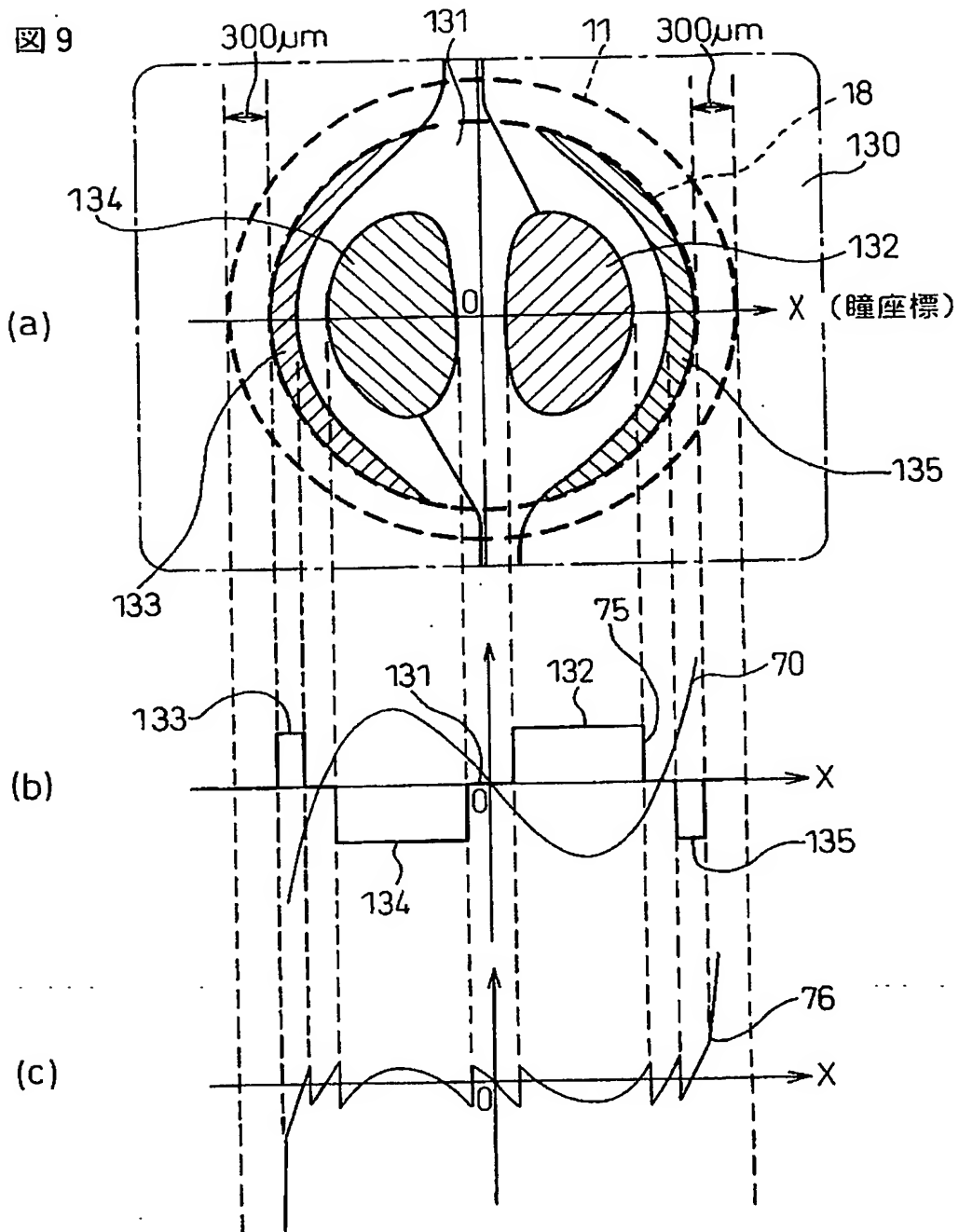
【図 8】

図 8

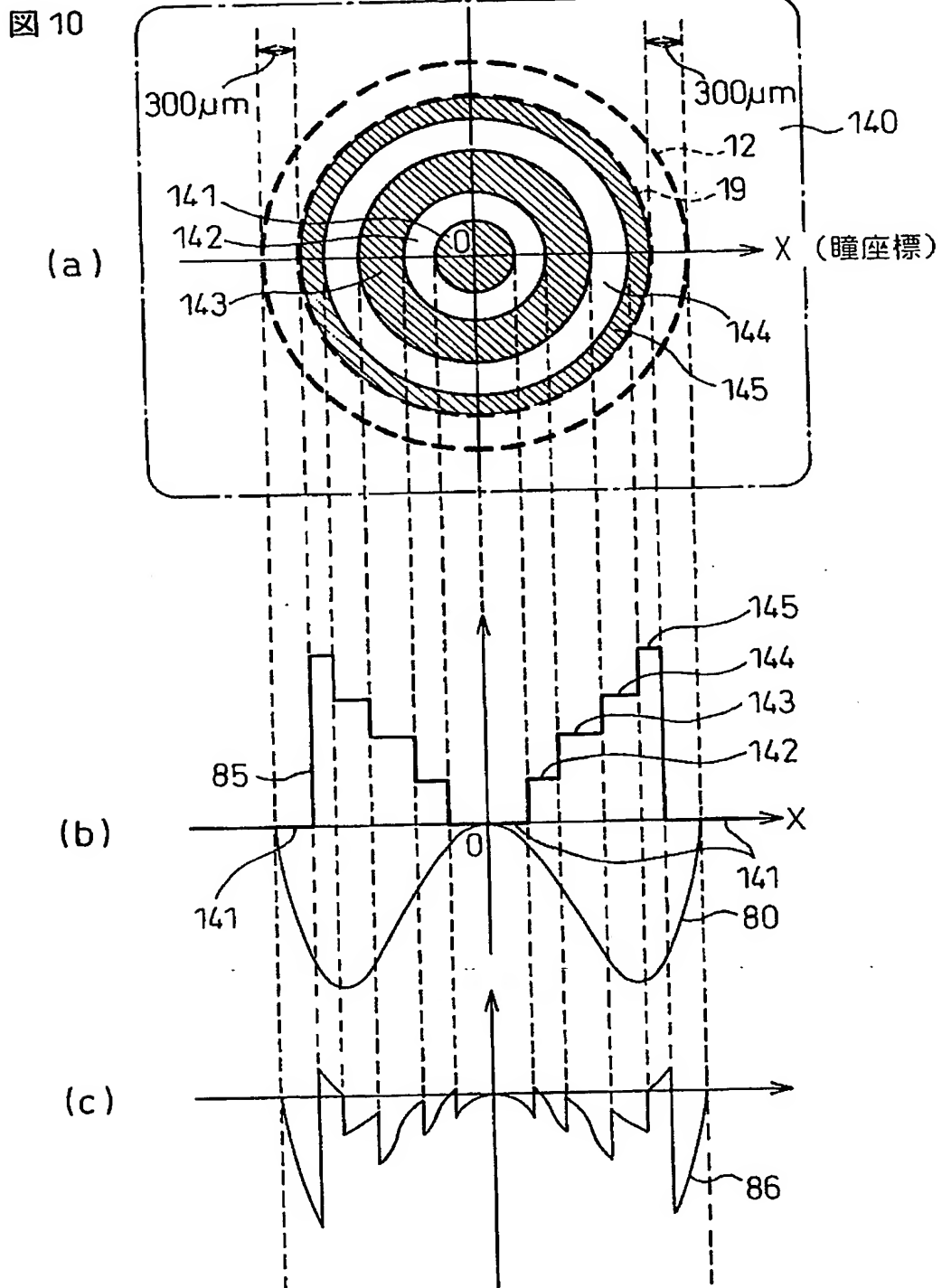




【図 9】

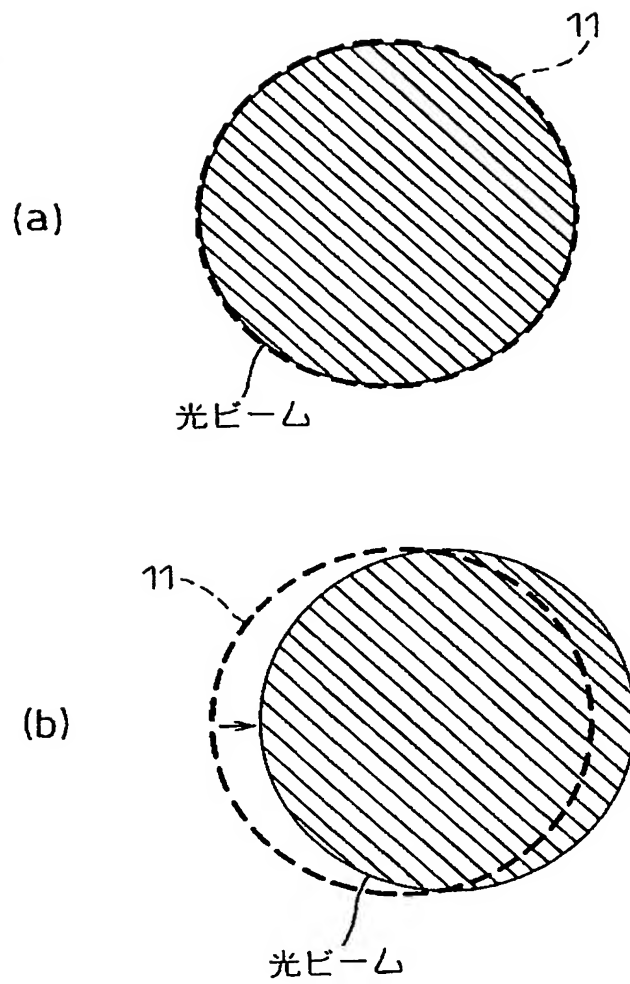


【図10】

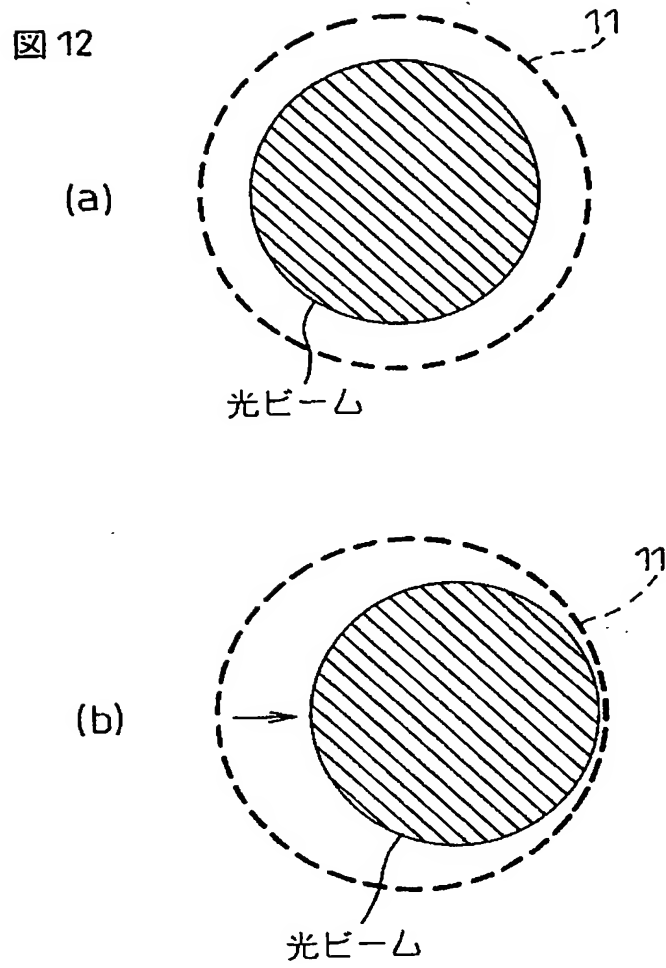


【図 1 1】

図 11

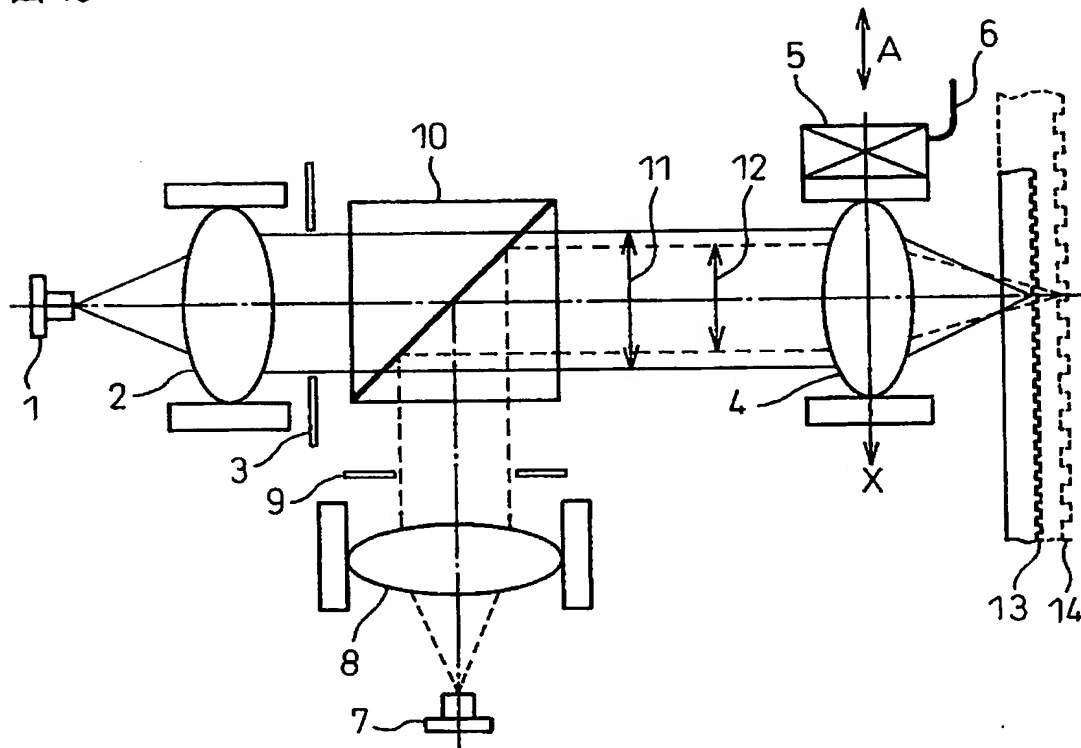


【図 1 2】



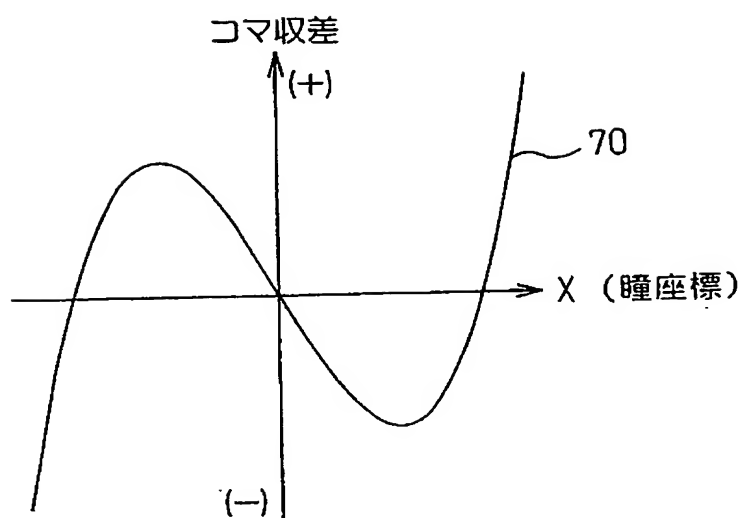
【図 1 3】

図 13



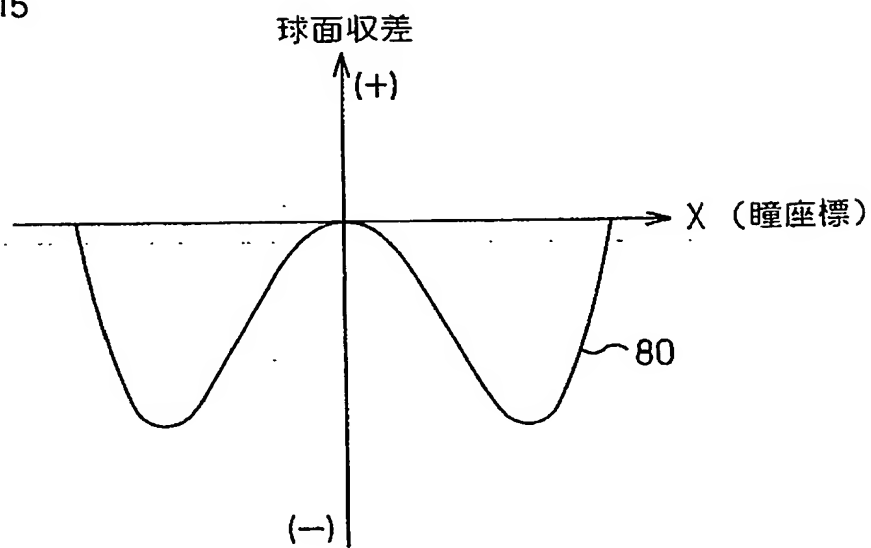
【図 14】

図 14



【図 15】

図 15



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数種類の光ディスクからの読取り又は書込みを1個の対物レンズを用いて良好に行うための位相変調用の液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明に係る液晶光学素子(50, 150)は、第1の透明基板(51)と、第2の透明基板(55)と、第1及び第2の透明基板の間に封入された液晶(56)と、第1又は第2の透明基板の少なくとも一方の表面に形成された第1光ディスク(13)の読取り又は書込み時に動作するコマ収差補正用の電極パターン(30、130)と、第1又は第2の透明基板の他方の表面に形成された第2光ディスク(14)の読取り又は書込み時に動作する球面収差補正用の電極パターン(40、140)とを有することを特徴とする。複数種類の光ディスクに応じて、コマ収差補正用の電極パターン又は球面収差補正用の電極パターンを動作させるように構成した。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 1 4 4 4 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 9 6 0 ]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 3 月 1 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号
氏 名	シチズン時計株式会社